

5 0300

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE



In re the application of: **SAOJI AOYAGI et al.**

Serial No.: **09/988,452 (Confirmation No. 5172)**

Filed: **November 16, 2001**

For: **FUEL CELL POWER SUPPLY UNIT**

Attorney Docket No.: **SIW-022**

Group Art Unit:

Examiner:



Commissioner for Patents
Washington, D.C. 20231

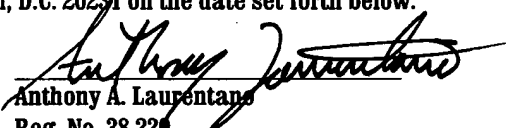
Certificate of First Class Mailing (37 CFR 1.8(a))

I hereby certify that this correspondence is being deposited with the United States Postal Service as first class mail in an envelope addressed to: Commissioner for Patents, Washington, D.C. 20231 on the date set forth below.

February 14, 2002

Date of Signature and of Mail Deposit

By:


Anthony A. Laurentano
Reg. No. 38,228
Attorney for Applicants

TRANSMITTAL LETTER AND CLAIM FOR
CONVENTION PRIORITY

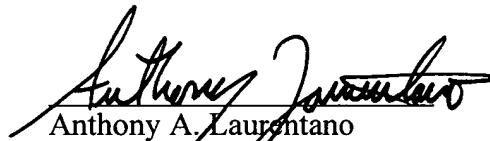
Dear Sir:

Pursuant to 35 USC § 119, Applicants request and claim the benefit of the filing date of the prior foreign applications, Japanese Application No. 2000-351129 and Japanese Application No. 2001-310600. Certified copies of these applications are enclosed in support of this claim. Applicants hereby expressly claim priority to the foregoing patent applications.

No costs are believed due in connection with the filing of this priority document.
However, if there are any associated costs, please charge them to our Deposit Order
Account No. 12-0080. We enclose a duplicate of this letter for that purpose.

Respectfully submitted,

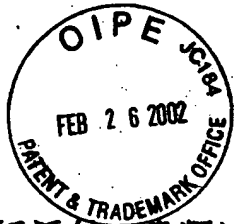
LAHIVE & COCKFIELD

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Anthony A. Laurentano", is written over a horizontal line.

Anthony A. Laurentano
Registration No. 38,220
Attorney for Applicants

Lahive & Cockfield, LLP
28 State Street
Boston, MA 02109
(617) 227-7400
Date: February 14, 2002

OSP-11521-5 ①
09/988,452



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE



別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2000年11月17日

出 願 番 号

Application Number:

特願2000-351129

出 願 人

Applicant(s):

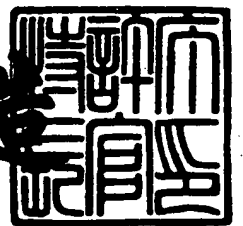
本田技研工業株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2001年11月 2日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

及 川 耕 造



出証番号 出証特2001-3096025

【書類名】 特許願

【整理番号】 J85244A1

【提出日】 平成12年11月17日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 H01M 8/04

【発明の名称】 燃料電池電源装置

【請求項の数】 5

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 青柳 暁

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 佐伯 響

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 長谷川 祐介

【発明者】

【住所又は居所】 埼玉県和光市中央1丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内

【氏名】 香▲高▼ 和男

【特許出願人】

【識別番号】 000005326

【氏名又は名称】 本田技研工業株式会社

【代理人】

【識別番号】 100064908

【弁理士】

【氏名又は名称】 志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】 100108578

【弁理士】

【氏名又は名称】 高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】 100101465

【弁理士】

【氏名又は名称】 青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】 100094400

【弁理士】

【氏名又は名称】 鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】 100107836

【弁理士】

【氏名又は名称】 西 和哉

【選任した代理人】

【識別番号】 100108453

【弁理士】

【氏名又は名称】 村山 靖彦

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008707

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9705358

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書
【発明の名称】 燃料電池電源装置
【特許請求の範囲】

【請求項 1】 燃料電池と電気二重層キャパシタとが並列に配置され電氣的に良導状態で使用される燃料電池電源装置であって、

予め規定した負荷電流変動幅と前記燃料電池及び燃料電池の反応ガス供給系の特性値と前記電気二重層キャパシタの特性値とに基づいて、前記燃料電池の反応ガス供給系が前記燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量を設定する

ことを特徴とする燃料電池電源装置。

【請求項 2】 前記燃料電池の特性値は、前記燃料電池の電流電圧特性から導出される燃料電池起電力及び内部抵抗であり、

前記電気二重層キャパシタの特性値は前記電気二重層キャパシタの内部抵抗及び静電容量であり、

前記燃料電池の反応ガス供給系の特性値は、前記燃料電池への出力指令値の変化に対する応答性である

ことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池電源装置。

【請求項 3】 予め規定した負荷電流変動が与えられた直後の前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとの合成出力電圧が、前記燃料電池の反応ガス供給系が前記負荷電流変動前に供給していた反応ガス量と平衡する前記燃料電池の出力電流に対する電圧値より高くなるように前記燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及び前記電気二重層キャパシタの特性値を設定する

ことを特徴とする請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池電源装置。

【請求項 4】 前記燃料電池の反応ガス供給系から前記燃料電池に供給される反応ガス量が、前記負荷電流変動直前の供給量から前記燃料電池が前記負荷電流変動後の出力電流値を少なくとも出力するのに必要な供給量に達するまでに要する反応ガス供給系の応答時間が、負荷電流変動時点から前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとの合成出力電圧が前記負荷電流変動後の前記燃料電池の平

衡電流に対応する電圧値に達するまでの前記電気二重層キャパシタによる出力補助作動時間よりも短くなるように、前記燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及び前記電気二重層キャパシタの特性値を設定することを特徴とする請求項 1 ～請求項 3 のいずれかの項に記載の燃料電池電源装置。

【請求項 5】 燃料電池と電気二重層キャパシタとを備え、前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとの間に出力制限手段を設けた燃料電池電源装置であって、

前記出力制限手段は、

前記装置の起動時においては、前記燃料電池の出力電流を制限しながら前記電気二重層キャパシタを充電し、

前記電気二重層キャパシタの電位が、前記燃料電池に予め設定された起動時の反応ガス供給量に対する平衡電圧値以上となった場合には、前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとを電氣的に良導状態とする

ことを特徴とする請求項 1 ～請求項 4 のいずれかの項に記載の燃料電池電源装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池と電気二重層キャパシタとを電氣的に良導状態で使用する燃料電池電源装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

従来、燃料電池自動車の走行動力源として、燃料電池と電気二重層キャパシタ（以下、単にキャパシタと称する）とを組み合わせたハイブリッド型の燃料電池電源装置が知られている。

このハイブリッド型の燃料電池電源装置は、走行用のモータ負荷の過渡変動時に燃料電池の応答遅れによって生じる発電不足分をキャパシタに蓄えられたエネルギーによって補い、必要電力を安定して供給するものである。

【 0 0 0 3 】

上述したように、燃料電池は過渡変動時において応答遅れが生じるため、負荷変動直後において負荷変動に対応する量の出力を得ようとする、出力に対して燃料の供給量が不足するいわゆるガス欠状態に陥ってしまう。

従って、従来においては、燃料電池とキャパシタとの間に燃料電池の出力を制御するDC/DCコンバータ等からなる出力制限装置を設け、この出力制限装置によって燃料電池の出力を燃料電池に供給される反応ガス量（空気量、及び燃料ガス量）に見合った量に制御していた。

【 0 0 0 4 】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上述の出力制限装置は、内部に設けられたスイッチング素子を高速でオン/オフ動作させることにより出力を制御するため、スイッチングに伴う電力損失が大きいという問題があった。

加えて、出力制限装置は、燃料電池から出力される電流に対応できるために比較的電流容量の大きいものが必要とされ、これに伴い装置が大型化するという問題があった。

【 0 0 0 5 】

本発明は、このような事情に鑑みてなされたもので、燃料電池と電気二重層キャパシタとを電氣的に良導状態で使用することにより、電力効率の高い燃料電池電源装置を提供することを目的とする。

【 0 0 0 6 】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の燃料電池電源装置は、燃料電池（例えば、後述の実施形態における燃料電池1）と電気二重層キャパシタ（例えば、後述の実施形態におけるキャパシタ2）とが並列に配置され、電氣的に良導状態で使用される燃料電池電源装置（例えば、後述の実施形態における燃料電池電源装置10）であって、予め規定した負荷電流変動幅（例えば、後述の実施形態における、ステップ応答的に変化する負荷電流 I_1 と I_2 との電流幅）と、前記燃料電池及び前記燃料電池の反応ガス供給系（例えば、後述の実施形態における燃料電池

1と図5に示したエアコンプレッサ11をはじめとする周辺装置（補機）であり、具体的には、エアコンプレッサ11、熱交換機13、高圧水素タンク18、電動遮断弁19、レギュレータ17、エゼクタ20、デミスタ21、加湿器15等が挙げられる）の特性値と前記電気二重層キャパシタの特性値とに基づいて、前記燃料電池の反応ガス供給系が前記燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量（例えば、後述の実施形態における出力平衡時過剰供給量）を設定することを特徴としている。

【0007】

上述の構成によれば、負荷電流変動直後に生じる電圧降下を考慮して、予め燃料電池に供給する反応ガス量に過剰量を持たせているので、負荷電流変動時において燃料電池がガス欠状態（燃料ガス供給量が要求出力に対して不足する状態）に陥るのを防止することができる。

【0008】

更に、上記記載の燃料電池電源装置において、前記燃料電池固有の特性値は、前記燃料電池の電流電圧特性（即ち、 $V_{out} = V_{fc} - (R_{fc} \times I_{fc})$ で示される特性であり、図1～図3において線Aで示されている）から導出される燃料電池起電力及び内部抵抗であり、前記電気二重層キャパシタの特性値は前記電気二重層キャパシタの内部抵抗及び静電容量であり、前記燃料電池の反応ガス供給系の特性値は、前記燃料電池への出力指令値の変化に対する応答性（例えば、図9に示すエアコンプレッサ応答特性COMP）であることを特徴とする。

【0009】

このような特性に基づいて出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量を設定することにより、負荷電流変動直後に生じる電圧降下分を正確に導出することができ、上述の各設定値をより適切な値とすることが可能となる。

【0010】

更に、上記記載の電源装置において、予め規定した負荷電流変動が与えられた直後の前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとの合成出力電圧（例えば、後述する本実施形態において、図1～図3に示す各種特性の内、線D1～D3で示される燃料電池電源装置10の電流電圧特性から導出される電流 I_2 に対応する

それぞれの電圧 V_{d1} 、 V_{d2} 、 V_{d3}) が、前記燃料電池の反応ガス供給系が前記負荷電流変動前に供給していた反応ガス量と平衡する前記燃料電池の出力電流（例えば、後述する本実施形態においては、図 1 における出力電流 I_{IL1} 、図 2 における出力電流 I_{IL2} 、図 3 における出力電流 I_{IL3} ）に対する電圧値（例えば、後述する本実施形態において、図 1～図 3 に示す出力電流 I_{IL1} 、 I_{IL2} 、 I_{IL3} に対応する各電圧 V_{IL1} 、 V_{IL2} 、 V_{IL3} ）より高くなるように前記燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及び前記電気二重層キャパシタの特性値を設定することを特徴としている。

【 0 0 1 1 】

このように、出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量を設定することにより、負荷電流変動前に予め燃料電池に供給されている反応ガス量による出力電圧許容量が、負荷変動直後における電圧降下量よりも大きくなるため、負荷変動直後において燃料電池がガス欠状態に陥ることを回避することができる。

また、上述した設定方法によって得られる過剰供給量の最小値を適用することにより、より燃料ガス供給の無駄を排除し、効率よく燃料供給を行うことができる。

【 0 0 1 2 】

更に、上記記載の燃料電池電源装置において、前記燃料電池の反応ガス供給系から前記燃料電池に供給される反応ガス量が、前記負荷電流変動直前の供給量（例えば、図 9 の応答特性 COMP はエアコンプレッサ 11 によって供給される反応ガス量と平衡するエアコンプレッサ 11 の回転数を示しているが、この応答特性 COM における回転数 N_{m1} に平衡する反応ガス量が負荷電流変動直前の供給量に当たる）から前記燃料電池が前記負荷電流変動後の出力電流値を少なくとも出力するのに必要な供給量（例えば、図 9 に示す電流 I_2 、即ち回転数 N_{m2} に平衡する反応ガス量）に達するまでに要する反応ガス供給系の応答時間（例えば、図 9 における時刻 T_0 から時刻 T_3 までの期間）が、負荷電流変動時点（例えば、図 9 における時刻 T_0 ）から前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとの合成出力電圧（例えば、図 9 において燃料電池 1 及びキャパシタ 2 の合成出力電圧である燃料電池キャパシタ 10 の出力電圧 V_{out} ）が前記負荷電流変動後の前記

燃料電池の平衡電流に対応する電圧値（例えば、図 9 における出力電圧 V_2 ）に達するまでの前記電気二重層キャパシタによる出力補助作動時間（例えば、図 9 における時刻 T_0 から時刻 T_5 までの期間）よりも短くなるように、前記燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及び前記電気二重層キャパシタの特性値を設定することを特徴としている。

【 0 0 1 3 】

上述したように、前記燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及び前記電気二重層キャパシタの特性値を設定することにより、電気二重層キャパシタの静電容量に依存する燃料電池電源装置の出力電流が負荷電流変動後の平衡値に収束する前に、燃料電池の出力が平衡状態、即ち規定の電流を出力するのに最低限必要な反応ガス量が燃料電池に供給されている状態となるため、燃料電池がガス欠状態に陥ることを防止することができる。

【 0 0 1 4 】

また、本発明の燃料電池電源装置は、燃料電池と電気二重層キャパシタとを備え、前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとの間に出力制限手段（例えば、実施形態における DC/DC コンバータ等からなる出力制限装置）を設けた燃料電池電源装置であって、前記出力制限手段は、前記装置の起動時においては、前記燃料電池の出力電流を制御しながら（例えば、DC/DC コンバータの場合であれば、スイッチング動作を行いながら）前記電気二重層キャパシタを充電し、前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタの電位が、前記燃料電池に予め設定された起動時の反応ガス供給量に対する平衡電圧値以上（例えば、燃料電池と電気二重層キャパシタとを良導状態で接続しても燃料電池がガス欠状態に陥らないような値）となった場合には、前記燃料電池と前記電気二重層キャパシタとを電氣的に良導状態（例えば、DC/DC コンバータの場合であれば、スイッチング動作を停止して、燃料電池と電気二重層キャパシタとが導通している状態）とすることを特徴とする。

【 0 0 1 5 】

即ち、本燃料電池電源装置を車両に搭載した場合、車両の起動直後（装置の起動時）においては、主に電気二重層キャパシタから電力を供給する。これにより

、電気二重層キャパシタの残容量は急激に低下するため、電気二重層キャパシタの電位は燃料電池の電位に比べてかなり低い値となる。このような状態で、電気二重層キャパシタと燃料電池とを良導状態としてしまうと、燃料電池から電気二重層キャパシタへ大きな電流が流れるため、燃料電池の出力が電気二重層キャパシタに急激に吸い取られる様な状態に陥り、燃料電池の電位が急激に低下してしまう。これにより、燃料電池は、燃料電池の出力に対して反応ガスの供給が追いつかない状態、いわゆるガス欠状態に陥ってしまう。従って、電気二重層キャパシタと燃料電池との電位差が大きい期間においては、燃料電池がガス欠状態とならないようにその出力電流を制限する必要がある。

このため、本発明では、キャパシタ 2 と燃料電池 1 との電位差が大きくなる起動時においては、電流制限装置（図示略）によって燃料電池 1 からの出力電流を制御しながらキャパシタ 2 を充電し、また、キャパシタ 2 の電位が、燃料電池 1 に予め設定された起動時の反応ガス供給量に対する平衡電圧値以上となった場合には、電流制限装置による燃料電池 1 の出力電流の制御を停止して、キャパシタ 2 と燃料電池 1 とを良導状態として使用する。

【 0 0 1 6 】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照し、本発明の一実施形態について説明する。

図 4 は本発明の一実施形態における燃料電池電源装置 1 0 を搭載した燃料電池車両の概略構成図である。

本実施形態に係る燃料電池電源装置 1 0 は、車両に搭載されて車両駆動用の電力として働く。燃料電池電源装置 1 0 は、燃料電池 1 と電気二重層キャパシタ（以下、単にキャパシタと称する） 2 とが並列接続されたハイブリッド型の電源装置であり、この燃料電池電源装置 1 0 から電力が供給される走行用モータ 3 の駆動力は、図示しないオートマチックトランスミッション或いはマニュアルトランスミッションよりなるトランスミッション T/M を介して駆動輪に伝達される。

【 0 0 1 7 】

一方、本実施形態に係る燃料電池電源装置 1 0 が搭載された燃料電池車両の減速時において、駆動輪側から走行用モータ 3 側に駆動力が伝達されると、走行用

モータ 3 は発電機として機能していわゆる回生制動力を発生し、車体の運動エネルギーを電気エネルギーとして回収する。走行用モータ 3 は、例えば界磁として永久磁石を利用する永久磁石式の 3 相交流同期モータとされており、3 相交流電力により駆動制御される。

【0018】

燃料電池 1 は、例えば固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電解質膜をアノードとカソードとで両側から挟み込んで形成されたセルに対し、複数のセルを積層して構成されたスタックからなり、燃料として水素ガスが供給される水素極と酸化剤として酸素を含む空気が供給される空気極とを備えている。そして、アノードで触媒反応により発生した水素イオンが、固体高分子電解質膜を通過してカソードまで移動して、カソードで酸素と電気化学反応を起こして発電するようになっている。

キャパシタ 2 は、例えば電気二重層キャパシタからなるキャパシタである。

【0019】

制御装置 4 は、マイクロコンピュータを中心とした論理回路として構成され、CPU、ROM、RAM 及び入出力ポート（各部図示略）から構成される。CPU は予め設定された制御プログラムに従って所定の演算などを実行する。ROM には CPU で各種演算処理を実行するのに必要な制御プログラムや制御データ等が予め格納されており、RAM には同じく CPU で各種演算処理を実行するのに必要な各種データが一時的に読み書きされる。入出力ポートは残存容量モニタ等各種センサからの検出信号などを入力すると共に、CPU での演算結果に応じて各部に信号を出力し、燃料電池電源装置 10 及び燃料電池車両を構成する各部の駆動状態を制御する。

【0020】

例えば、制御装置 4 は、パラメータとして入力される運転者によるアクセルペダルの踏み込み操作に関するアクセルペダル開度の信号、車速若しくはモータの回転数の信号、電装補機消費電力等の各種信号に基づき目標発電量を算出し、これを燃料電池電源装置 10 に対して発信する一方、目標出力を走行用モータ 3 に対して発信する。また、キャパシタ 2 に設けられている図示しない電圧センサ、

電流センサからの各種信号に基づいてキャパシタの残容量を算出し、この値をパラメータの1つとして燃料電池電源装置の制御を行う。

【0021】

なお、本実施形態に係る燃料電池車両を駆動するためには、上述した構成要素の他に、様々な構成要素、例えば燃料電池電源装置10から供給される直流電流を3相交流電流に変換して走行用モータ3に供給するインバータ、キャパシタ2の電圧、電圧、温度等を検出する各種センサ、制御装置4からの信号に基づいてオン/オフするスイッチング素子等を必要とするが、本発明の燃料電池電源装置10の構成、動作をより明瞭化するため、ここでは説明を省略する。

【0022】

図4のブロック図では図示しなかったが、実際に燃料電池1を用いて発電を行うには、上記スタック構造を有する燃料電池本体の他に所定の周辺装置を必要とする。図5は、燃料電池1とその周辺装置とからなる燃料電池システム30の構成を示すブロック図である。

【0023】

図5において、燃料電池1の空気極側に接続されたエアコンプレッサ11は、例えば、燃料電池1の空気極に加えて、レギュレータ17に対する信号圧として空気を供給する。このため、エアコンプレッサ11を駆動するモータ（図示略）には、回転数指令値Nが制御装置4から入力されている。モータは入力された回転数指令値Nに基づいてエアコンプレッサ11を駆動し、これによりエアコンプレッサ11は、フィルタ12を介して外部から取り込んだ空気を加圧して熱交換機13に供給する。加圧された空気は熱交換器13によって冷却され、フィルタ14により塵が除去される。

【0024】

加湿器15に供給された空気は、加湿されて燃料電池1へと供給され、上述した電気化学反応後、燃料電池1に供給される空気の圧力を調整するために設けられた空気調圧弁16を通過し、排出される。

一方、燃料供給側に設けられたレギュレータ（比例圧力レギュレータとも呼ばれる）17は、空気供給側から供給された空気の圧力（パイロット信号）に基づ

いて高圧水素タンク 18 から燃料電池 1 へ供給される水素の圧力を調整する。このように、燃料電池 1 の空気供給側と燃料供給側の圧力はレギュレータ 17 によってバランス制御される。

【0025】

高圧水素タンク 18 から供給される水素は高圧であるため、電動遮断弁 19 によりその圧力が一時低下された後にレギュレータ 17 により圧力調整され、エゼクタ 20 を介して加湿器 15 へと供給される。加湿器 15 により加湿された水素は燃料電池 1 の燃料極側へ供給され、電気化学変化後、排出ガスとなってデミスタ 21 に出力さる。デミスタ 21 では、供給された排出ガスが気液分離され、気体である水素はエゼクタ 20 を経て水素の供給部に循環、再利用される。

また、水素ガスの排出側には、燃料電池及びデミスタ内部に滞留した水を排出するためのパージバルブ 22 が設けられている。

なお、上述した電動遮断弁 19 は、高圧水素タンク 18 からの水素ガスの供給を遮断する働きも備えている。

【0026】

また、ウォーターポンプ 40、41 は、ラジエータ 23、24 により放熱、冷却された冷却水を燃料電池 1 及び補機／制御装置内に循環させるものであり、このように冷却水を循環させて、燃料電池 1 及び補機／制御装置の温度を所定の温度以下に制御する。ここでは、ウォーターポンプ 40 は、燃料電池 1 及び補機／制御装置の各部を冷却し、燃料供給側を加熱するために設けられ、ウォーターポンプ 41 は空気供給側の各部を冷却するために設けられている。

【0027】

上述した補機／制御装置においては、エアコンプレッサ 11 や空気極排気側の流路に設けられた空気調圧弁 16 に対して駆動信号を出力し、この駆動量や開閉状態を調整することで反応ガス供給量を制御して燃料電池 1 の発電力を調整している。

【0028】

以上、燃料電池電源装置 10 の構成について説明したが、次に、この燃料電池電源装置 10 に規定の負荷電流変動量を与えられた場合に、燃料電池 1 へ供給さ

れる反応ガス量について説明する。

【0029】

まず、図6に本実施形態に係る燃料電池電源装置10の等価回路を示す。同図において V_{fc} は燃料電池の起電力、 R_{fc} は燃料電池の内部抵抗、 I_{fc} は燃料電池を流れる電流である。同様にキャパシタ2において、 V_{cap} は起電力、 R_{cap} は内部抵抗、 I_{cap} は流れる電流である。 V_{out} は燃料電池電源装置10の出力電圧であり、 I_{out} は燃料電池電源装置10を流れる電流である。

【0030】

上述したような回路で示される燃料電池電源装置10において、負荷変動が生じた場合の燃料電池電源装置10の動作について、以下説明する。

ここでは説明の便宜上、負荷電流が I_1 から I_2 にステップ応答的に変化した場合について説明する。なお、実際の車両走行時における負荷電流変動はステップ応答ではない。

【0031】

このような負荷電流の変動が生じた場合、制御装置4は燃料電池電源装置10に対して負荷電流変動に見合った出力、即ち負荷電流 I_2 に対応する出力を要求する。しかしながら、図5に示したように、燃料電池1は、補機であるエアコンプレッサ11を駆動するモータに対して負荷変動に応じた回転数指令値 N が制御装置4から発信され、これによりモータの回転数が上がり、この結果、反応ガスの供給量が増加し、その後、燃料電池1内で電気化学反応が生じて初めて出力が得られるものであるため、燃料電池1の出力が負荷電流変動に応じた電力となるまでに時間を要する。

従って、上述したような燃料電池1の応答遅れの期間、燃料電池1に並列に接続されたキャパシタ2が走行用モータ3に対して電力を供給することにより、負荷変動に応じた出力を達成している。

しかしながら、キャパシタ2は図6に示したように、内部抵抗 R_{cap} を有しているため、電力を供給することによって増加した電流分の電圧降下が生じる。

図7に、負荷電流 I_{out} が I_1 から I_2 にステップ応答的に変化した場合における燃料電池電源装置10の出力電圧 V_{out} の推移（応答特性）を示す。なお、図7

(a) に出力電圧の応答特性を示し、図 7 (b) に負荷電流の応答特性を示す。

【 0 0 3 2 】

同図に示すように、まず負荷変動前（時刻 t_0 前）では、負荷電流 I_1 に応じた電圧、即ち $V_{out} = V_{fc} - (R_{fc} \times I_1)$ で平衡状態となっている。

時刻 t_0 において負荷電流変動が生じると、変動直後においては、キャパシタ 2 は負荷変動に応じた電力を供給しようとするために電流 I_{cap} が急激に増加するため、この電流によって電圧降下 ($\Delta V = R_{fc} \times I_{fc2} = R_{cap} \times I_{cap2}$) が生じる。その後、出力電圧 V_{out} はキャパシタ 2 の放電によって徐々に減少し、 $V_{out} = V_{fc} - (R_{fc} \times I_2)$ となった時点で平衡状態となる。従って、 $V_{out} = V_{fc} - (R_{fc} \times I_2)$ への収束状態は、キャパシタ 2 の静電容量が大きいほど傾きが小さくなり平衡状態となるまでに、より長い時間を要することとなる。また、負荷変動直後における電圧降下分は、キャパシタ 2 の内部抵抗が小さいほど小さい値となる。

【 0 0 3 3 】

そして、上述したような負荷変動直後に電圧降下が生じると、即ち燃料電池 1 の応答期間内において出力電圧 V_{out} が ΔV 降下すると、燃料電池 1 は出力電圧に対して反応ガス量が不足する状態、いわゆるガス欠状態に陥る。

このようなガス欠状態が続く、或いは頻繁に発生すると、燃料電池内の固体ポリマーイオン交換膜等からなる固体高分子電界質膜内に含まれている水分が欠乏することにより、水素イオンがこの膜を透過する際の抵抗が高くなるため、膜の劣化が生じ、燃料電池の寿命が短くなる。

従って、このようなガス欠状態を防止するために、予め内部抵抗による電圧降下分に対応する反応ガス量（過剰供給量）を余分に供給しておく必要がある。以下、図 8 を参照して説明する。

【 0 0 3 4 】

図 8 (a) に示した負荷出力に対する目標発電量は、図 8 (b) に示すように、上述した過渡応答時における電圧降下に備えた過剰供給量を加えた値に設定する必要がある。これにより、時刻 t_0 において電圧降下が発生してもガス欠状態に陥ることを防止することができる。

更に、キャパシタ 2 の静電容量は、図 8 (c) に実線で示した燃料電池の実応答が、同図中点線で示した燃料電池最大応答ライン以下になるように設定する必要がある。即ち、そのような静電容量を有するキャパシタ 2 と燃料電池 1 とを並列接続して燃料電池電源装置 10 を構成する必要がある。これは、負荷変動直後において、燃料電池電源装置 10 の出力をキャパシタ 2 の出力に依存する間、燃料電池 1 の出力が、燃料電池 1 の出力限界以上とならないようにする必要があるからである。また、同図において出力が徐々に平衡状態に収束しているのは、キャパシタ 2 の静電容量の特性によるものである。この傾きは、図 7 でも説明したように、キャパシタ 2 の静電容量が大きくなればなるほど緩やかなものとなる。図 8 (d) は、同様に図 8 (a) に示す負荷出力の変動が生じた場合の、キャパシタ 2 の出力を示したものである。この傾きも、キャパシタ 2 の静電容量によって変化することはいうまでもない。

【0035】

上述したように、負荷変動が生じるとその直後において電圧降下が生じ、この電圧降下によって燃料電池 1 がガス欠状態に陥らないように、予め過剰供給量を加味した目標発電量を設定することが必要となる。

この過剰供給量は、燃料電池電源装置 10 を構成するキャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} 及び静電容量、規定の負荷電流変動幅、燃料電池 1 及び燃料電池システム 30 固有の特性値に基づいて設定される。

【0036】

例えば、上述の燃料電池 1 の特性値としては、燃料電池 1 の電流電圧特性 ($V_{out} = V_{fc} - (R_{fc} \times I_{fc})$) から導出される燃料電池電力及び内部抵抗が挙げられ、燃料電池システム 30 固有の特性値としては、後述する燃料電池の反応ガス供給系の応答速度特性が挙げられる。

以下、過剰供給量の設定について図 1 ～図 3 を参照し、具体的に説明する。

【0037】

まず、キャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} が燃料電池 1 の内部抵抗 R_{cap} より大きい場合における過剰供給量の設定について図 1 を参照して説明する。

同図において、線 A は燃料電池 1 の電流電圧特性を示しており、出力する電流

値が小さいときには大きな電圧値を得ることができ、電流値が大きくなるに従って電圧値は低下する。そして、電流及び電圧で決まる座標が線Aよりも下側の領域にある場合には、燃料電池1はガス欠状態であると見なすことができる。

また、同図線B1は負荷電流変動前における燃料電池1への反応ガス供給量を最大に設定した場合の燃料電池電源装置10の電流電圧特性を示すものである。

上述したような電流電圧特性を持つ燃料電池1を備えた燃料電池電源装置10において、負荷電流を電流 I_1 から電流 I_2 までステップ応答的に変動させた場合について考える。

【0038】

ここで、例えば、負荷電流変動前における燃料電池1への反応ガス供給量を、燃料電池1が電流 I_{LI1} （但し、 $I_1 < I_{LI1} < I_2$ ）まで出力可能である量に設定したとする。即ち、反応ガス量と平衡する燃料電池の出力電流が I_{LI1} となるように、反応ガス量を設定したとする。なお、この時、過剰供給量は電流 $I_{LI1} - I_1$ 分の出力を可能とする反応ガス量に相当する。

この場合、電流 I_{LI1} 以上の領域においては、燃料電池1の出力が間に合わず、負荷変動に対応する出力を得ることができないため、キャパシタ2によって出力が補助される。そして、負荷変動に対応する出力が燃料電池1によって行われるようになる迄の間、即ち、負荷変動に対する燃料電池1の応答期間、燃料電池電源装置10の出力はキャパシタ2の出力に依存することとなる。

【0039】

この結果、燃料電池電源装置10の電流電圧特性は、電流 I_1 から電流 I_{LI1} の領域においては、燃料電池1とキャパシタ2の合成電流電圧特性、即ち同図中線B1で示す特性となり、電流 I_{LI1} 以上の領域においては、キャパシタ2の電流電圧特性、即ち同図中線D1となる。なお、線D1で示されるキャパシタ2の電流電圧特性は、 $V_{out} = V_{cap} - (I_{cap} \times R_{cap})$ で表される（但し、 $R_{cap} > R_{fc}$ 、且つ V_{cap} は一定とする）。

【0040】

そして、負荷電流変動直後、即ち電流 I_2 における燃料電池電源装置10の出力電圧は、線D1から V_{d1} と導出することができ、これにより、電流 I_1 から電流

I_2 までステップ応答的に負荷電流変動を与えた場合の燃料電池電源装置 10 の電圧降下量 ΔV は、電流 I_1 における出力電圧 V_1 から電流 I_2 における出力電圧 V_{d1} を引いた値となる。

一方、燃料電池 1 が出力可能な電圧値は、負荷電流変動前において供給されている反応ガス量と平衡する出力電流に対応する電圧値であるから、線 A から電圧 V_{LI1} となる。即ち、負荷変動直後における燃料電池 1 の出力電圧許容量 $\Delta V'$ は、電流 I_1 における出力電圧 V_1 から電流 I_{LI1} における出力電圧 V_{LI1} を引いた値となる。

【0041】

従って、負荷電流変動前に燃料電池 1 に予め供給されている反応ガス量による出力電圧許容量 $\Delta V'$ が、負荷変動直後における電圧降下量 ΔV よりも大きいため、負荷変動直後において燃料電池 1 がガス欠状態に陥ることを回避することができる。

このように、負荷電流変動が与えられた直後の燃料電池電源装置 10 の出力電圧 V_{d1} が、負荷電流変動前に燃料電池 1 に供給されている反応ガス量と平衡する燃料電池の出力電流に対する電圧値 V_{LI1} よりも高くなるように、燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量を設定することにより、上述した燃料電池 1 のガス欠状態を回避することが可能となる。

【0042】

次に、図 2 を参照して、キャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} が燃料電池 1 の内部抵抗 R_{cap} と等しい場合について説明する。

図 2 に示す線 A は図 1 と同様の燃料電池 1 の電流電圧特性を示している。

また、同図線 B2 は負荷電流変動前における燃料電池 1 への反応ガス供給量を最大に設定した場合の燃料電池電源装置 10 の電流電圧特性を示すものである。ここでは、キャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} は燃料電池 1 の内部抵抗 R_{cap} に等しいため燃料電池電源装置 10 の電流電圧特性 B2 は、図 1 に示した電流電圧特性 B1 に比べ、傾きが緩やかな直線となる。

このような燃料電池電源装置 10 において、負荷電流を電流 I_1 から電流 I_2 までステップ応答的に変動させた場合について考える。

【 0 0 4 3 】

ここで、例えば、負荷電流変動前における燃料電池 1 への過剰供給量を、燃料電池 1 が電流 I_{LI2} (但し、 $I_1 < I_{LI2} < I_2$) まで出力可能である量に設定した場合、即ち、反応ガス量と平衡する出力電流が I_{LI2} となるように、反応ガス量を設定した場合には、上述した図 1 と同様、電流 I_{LI2} 以上の領域においては、燃料電池 1 の出力が間に合わず、負荷変動に対応する出力を得ることができないため、キャパシタ 2 によって出力が補助される。なお、この時、過剰供給量は電流 $I_{LI2} - I_1$ 分の出力を可能とする反応ガス量に相当する。

このため、燃料電池電源装置 10 の電流電圧特性は、電流 I_1 から電流 I_{LI2} の領域においては、燃料電池 1 及びキャパシタ 2 の合成電流電圧特性、即ち図 2 中線 B2 で示す特性となり、電流 I_{LI2} 以上の領域においては、キャパシタ 2 の電流電圧特性、即ち線 D2 となる。

【 0 0 4 4 】

ここで、線 C 2 で示されるキャパシタ 2 の電流電圧特性は、 $V_{out} = V_{cap} - (I_{cap} \times R_{cap})$ で表される直線となり (但し、 V_{cap} は一定とする)、また、 $R_{cap} = R_{fc}$ なので、線 D 2 の傾きは燃料電池 1 の電流電圧特性である線 A の傾きと等しくなる。

そして、電流 I_2 における燃料電池電源装置 10 の出力電圧は、線 D 2 から V_{d2} と求めることができる。そして、負荷電流が I_1 から I_2 にステップ応答的に変動した場合におけるキャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} による電圧降下量 ΔV は、図 1 で説明したように、図 2 に示す値となる。

【 0 0 4 5 】

一方、負荷電流変動前において、燃料電池 1 に供給されている反応ガス量と平衡する出力電流に対応する電圧値は、線 A の特性から V_{LI2} となり、この電圧値まで燃料電池 1 は出力可能であるということができる。これにより、負荷電流 I_1 から負荷電流 I_2 における燃料電池 1 の出力電圧許容量 $\Delta V'$ は、図 2 中 $\Delta V'$ で示される値となる。

この結果、負荷変動直後においてキャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} による電圧降下 ΔV が生じて、燃料電池 1 にはその電圧降下分を考慮した過剰供給量が予め供

給されているため、負荷変動直後においてガス欠状態に陥ることを回避することができる。

【 0 0 4 6 】

次に、図 3 を参照して、キャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} が燃料電池 1 の内部抵抗 R_{cap} よりも小さい場合について説明する。

図 2 に示す線 A は図 1 と同様の燃料電池 1 の電流電圧特性を示している。

また、同図線 B3 は負荷電流変動前における燃料電池 1 への反応ガス供給量を最大に設定した場合の燃料電池電源装置 10 の電流電圧特性を示すものである。ここでは、キャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} は燃料電池 1 の内部抵抗 R_{cap} よりも小さいため、燃料電池電源装置 10 の電流電圧特性 B3 は、図 2 に示した電流電圧特性 B2 よりも更に傾きが緩やかな直線となる。

このような燃料電池電源装置 10 において、負荷電流を電流 I_1 から電流 I_2 までステップ応答的に変動させた場合について考える。

【 0 0 4 7 】

ここで、例えば、負荷電流変動前における燃料電池 1 への過剰供給量を、燃料電池 1 が電流 I_{LI3} (但し、 $I_1 < I_{LI3} < I_2$) まで出力可能である量に設定した場合、即ち、反応ガス量と平衡する出力電流 I_{LI3} がとなるように反応ガス量を設定した場合には、上述した図 1 と同様、電流 I_{LI3} 以上の領域においては、燃料電池 1 の出力が間に合わず、負荷変動に対応する出力を得ることができないため、キャパシタ 2 によって出力が補助される。なお、この時、過剰供給量は電流 $I_{LI3} - I_1$ 分の出力を可能とする反応ガス量に相当する。

このため、燃料電池電源装置 10 の電流電圧特性は、電流 I_1 から電流 I_{LI3} の領域においては、燃料電池 1 及びキャパシタ 2 の合成電流電圧特性、即ち図 3 中線 B3 で示す特性となり、電流 I_{LI3} 以上の領域においては、キャパシタ 2 の電流電圧特性、即ち線 D3 となる。

【 0 0 4 8 】

ここで、線 C3 で示されるキャパシタ 2 の電流電圧特性は、 $V_{out} = V_{cap} - (I_{cap} \times R_{cap})$ で表される直線となり (但し、 V_{cap} は一定とする)、また、 $R_{cap} < R_{fc}$ なので、線 D3 の傾きは図 1 及び図 2 に示したいずれのキャパシタ 2 の電

流電圧特性よりも傾きが小さくなる。

そして、電流 I_2 における燃料電池電源装置 10 の出力電圧は、線 D2 から V_{d3} と求めることができる。そして、負荷電流が I_1 から I_2 にステップ応答的に変動した場合におけるキャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} による電圧降下量 ΔV は、図 1 で説明したように、図 3 に示す値となる。

【0049】

一方、負荷電流変動前において、燃料電池 1 に供給されている反応ガス量と平衡する出力電流に対応する電圧値は、線 A の特性から V_{LI3} となり、この電圧値まで燃料電池 1 は出力可能であるといえることができる。これにより、負荷電流 I_1 から負荷電流 I_2 における燃料電池 1 の出力電圧許容量 $\Delta V'$ は、図 3 中 $\Delta V'$ で示される値となる。

この結果、負荷変動直後においてキャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} による電圧降下 ΔV が生じて、燃料電池 1 にはその電圧降下分を考慮した反応ガス量が予め供給されているため、負荷変動直後においてガス欠状態に陥ることを回避することができる。

【0050】

以上、図 1～図 3 を参照して、キャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} が燃料電池 1 の内部抵抗 R_{fc} に比べて大きい場合、等しい場合、小さい場合における過剰供給量の設定について説明してきたが、キャパシタ 2 の内部抵抗 R_{cap} が大きければ大きいほど、負荷電流変動直後における燃料電池電源装置 10 の出力の電圧降下量が大きくなるため、過剰供給量もそれに合わせて大きい値となる。従って、過剰供給量を少なくしたい場合には、内部抵抗 R_{cap} が小さいキャパシタ 2 を選定すればよい。

また、上述した図 1、図 2 及び図 3 の場合において、上記条件を満たす過剰供給量の内、最も小さい値を適用することにより、反応ガス供給量のロスを軽減させ、効率よく燃料を供給することが可能となる。

【0051】

次に、図 9 に燃料電池電源装置 10 の負荷電流変動時の応答特性を示す。同図において、アクセルペダルが運転者等によって踏み込まれることにより、アクセ

ルペダルの変化量に応じた要求トルク A_p は時刻 T_0 から時刻 T_1 にかけて I_1 から I_2 へ変化する。この要求トルク A_p の変化に伴い、モータ要求値 I_{mot} も少しの遅れ時間を持ちながら同様に電流 I_1 から I_2 へと変化する。

【 0 0 5 2 】

一方、燃料電池に供給される反応ガス量の応答特性 COMP として、ここではエアコンプレッサ 11 によって供給される反応ガス量と平衡するエアコンプレッサ 11 の回転数を示した。負荷電流変動前の T_0 以前における反応ガス量と平衡する回転数は N_{m1} であり、上述したモータ要求値 I_{mot} の変化開始後から所定の遅れ時間後、例えば時刻 T_1 において緩やかに変化を始め、時刻 T_3 において負荷電流変動後の出力電流 I_2 に対応する回転数 N_{m2} に達し、その後、更に上昇を続け、最終的には負荷電流変動後の回転数 N_{m2} に過剰供給量を加味した回転数で平衡状態となる。

【 0 0 5 3 】

燃料電池 1 の出力電流は、負荷電流変動開始後から反応ガス量の変化に伴って電流値が上昇し、時刻 T_4 において、負荷変動後の平衡電流である電流値 I_2 に達し、その後、一時電流値 I_2 を上回る出力を続けた後、電流値 I_2 に収束する。

一方、キャパシタ 2 は、燃料電池 1 の出力が不足する期間において放電を行い、出力を補う。このためキャパシタ 2 の電流特性は、時刻 T_1 において放電を開始し、以後、燃料電池 1 の出力電流が平衡状態となるまで燃料電池 1 の出力電流に伴って変化する。

この結果、燃料電池 1 の出力電流とキャパシタ 2 の出力電流との合成出力電流 I_{all} は、要求トルク A_p を満足するように変化する。

【 0 0 5 4 】

一方、燃料電池 1 とキャパシタ 2 の合成電圧出力である V_{out} は、時刻 T_1 から徐々に減少し、時刻 T_5 において負荷電流変化後の平衡電圧値となる。

そして図 9 に示したように、予め規定した負荷電流変動が与えられた場合に、燃料電池の反応ガス供給系から燃料電池に供給される反応ガス量が、時刻 T_0 の前記負荷電流変動直前の供給量、即ちエアコンプレッサ 11 の回転数 N_{m1} に平衡する供給量から、燃料電池が負荷電流変動後の出力電流値（例えば I_2 ）を少

なくとも出力するのに必要な供給量（図 9 では、回転数 N_{m_2} に平衡する供給量）に達するまでに要する反応ガス供給系の応答時間、即ち時刻 T_0 から時刻 T_3 までの応答時間が、負荷電流変動時点 T_0 から燃料電池 1 とキャパシタ 2 との合成出力電圧 V_{out} が、負荷電流変動後の燃料電池の平衡電流 I_2 に対応する電圧値 V_2 に達するまでのキャパシタ 2 による出力補助作動時間、即ち時刻 T_0 から時刻 T_5 までの期間、よりも短くなるように燃料電池 1 に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及びキャパシタ 2 の特性値を設定する。

【0055】

このように、燃料電池電源装置 10 に対して、予め規定した負荷電流変動が与えられた場合に、負荷電流変動後において燃料電池 1 及びキャパシタ 2 の合成出力電圧が負荷電流変動後の平衡電流に対応する電圧に達する前に、燃料電池 1 への反応ガス供給量が負荷電流変動後の平衡電流を少なくとも出力するのに必要な供給量に達するように燃料電池 1 に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及びキャパシタ 2 の特性を設定することにより、燃料電池 1 がガス欠状態に陥ることを防止することができる。

【0056】

なお、上述してきたように、本実施形態に係る燃料電池電源装置では、燃料電池 1 とキャパシタ 2 とを電氣的に良導状態で使用しているが、実際は、燃料電池 1 とキャパシタ 2 との間には燃料電池 1 の出力電流を制御するための電流制限装置（図示略）が設けられている。以下、この電流制限装置について図 1 を参照して説明する。

【0057】

例えば、車両の起動直後においては、主にキャパシタ 2 から電力を供給する。これにより、キャパシタ 2 の残容量は急激に低下するため、キャパシタ 2 の電位は燃料電池 1 の電位に比べてかなり低い値となる。このような状態で、キャパシタ 2 と燃料電池 1 とを良導状態としてしまうと、燃料電池 1 からキャパシタ 2 へ大きな電流が流れるため、燃料電池 1 の電位も急激に低下してしまう。

【0058】

これにより、燃料電池 1 は、燃料電池 1 の出力に対して反応ガスの供給が追いつ

つかない状態、いわゆるガス欠状態に陥ってしまう。従って、キャパシタ 1 と燃料電池 2 との電位差が大きい期間においては、燃料電池 1 がガス欠状態とならないようにその出力電流を制限する必要がある。このため、本発明では、キャパシタ 2 と燃料電池 1 との電位差が大きくなる起動時においては、電流制限装置（図示略）によって燃料電池 1 からの出力電流を制御しながらキャパシタ 2 を充電し、また、キャパシタ 2 の電位が、燃料電池 1 に予め設定された起動時の反応ガス供給量に対する平衡電圧値以上となった場合には、電流制限装置による燃料電池 1 の出力電流の制御を停止して、キャパシタ 2 と燃料電池 1 とを良導状態として使用する。

結局、起動時においては、従来と同様に燃料電池 1 のガス欠を防止するために燃料電池 1 とキャパシタ 2 との間には、DC/DC コンバータ等からなる電流制限装置が設けられており、電流制限装置内のスイッチング素子がオン/オフすることにより、燃料電池 1 の出力電流を制限する。しかしながら、車両の起動後において燃料電池 1 とキャパシタ 2 の電位差が小さくなり、燃料電池 1 の出力電流を制限しなくてもよい状態になると、電流制限装置はスイッチング動作を停止し、キャパシタと燃料電池とが導通状態となる。

このように、実際の装置構成としては、燃料電池 1 とキャパシタ 2 との間に電流制御装置が介在するのであるが、本実施形態で説明してきたような実使用時には、電流制限装置はスイッチング動作を行わなくなるので、あたかも燃料電池 1 とキャパシタ 2 との間に電流制限装置が介在しないような状態となる。

【0059】

以上、この発明の実施形態を図面を参照して詳述してきたが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、この発明の要旨を逸脱しない範囲の設計等も含まれる。

【0060】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の燃料電池電源装置によれば、規定の負荷電流変動幅と燃料電池及び燃料電池システム固有の特性値とキャパシタの内部抵抗及び静電容量とに基づいて過剰供給量を設定するので、負荷電流変動直後に生じる電

圧降下により、燃料電池がガス欠状態に陥るのを防止しつつ、燃料電池とキャパシタとを電氣的に良導状態で使用することにより、電力効率の高い燃料電池電源装置を実現させることができるという効果が得られる。

【 0 0 6 1 】

また、本発明の燃料電池電源装置によれば、過剰供給量は、規定の負荷電流変動幅と、燃料電池の電流電圧特性から導出される燃料電池の電力及び内部抵抗と、燃料電池の応答速度特性とに基づいて設定されるので、負荷電流変動直後に生じる電圧降下分を正確に導出することができ、上述の各設定値をより適切な値とすることが可能となる。これにより、燃料電池電源装置の性能向上を図ることが可能となる。

【 0 0 6 2 】

また、本発明の燃料電池電源装置によれば、負荷電流変動が与えられた直後の燃料電池電源装置の出力電圧が、負荷電流変動前に燃料電池に供給されている過剰供給量に相当する電圧値よりも高くなるように、過剰供給量を設定することにより、予め供給されている過剰供給量による出力電圧許容量が、負荷変動直後における電圧降下量よりも大きくなるため、負荷変動直後において燃料電池がガス欠状態に陥ることを回避することができ、より燃料ガス供給の無駄を排除し、効率よく燃料供給を行うことができるという効果が得られる。

【 0 0 6 3 】

また、本発明の燃料電池電源装置によれば、燃料電池の反応ガス供給系から燃料電池に供給される反応ガス量が、負荷電流変動直前の供給量から燃料電池が負荷電流変動後の出力電流値を少なくとも出力するのに必要な供給量に達するまでに要する反応ガス供給系の応答時間が、負荷電流変動時点から燃料電池と電気二重層キャパシタとの合成出力電圧が負荷電流変動後の燃料電池の平衡電流に対応する電圧値に達するまでの電気二重層キャパシタによる出力補助作動時間よりも短くなるように、燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及び電気二重層キャパシタの特性値を設定するので、燃料電池がガス欠状態に陥ることを防止しつつ、燃料電池に対して効率よく燃料供給を行うことができ、又、電力効率の高い燃料電池電源装置を実現させることができるという効果が得

られる。

【 0 0 6 4 】

また、本発明の燃料電池電源装置は、装置の起動時においては、燃料電池の出力電流を制限するために燃料電池と電気二重層キャパシタとの間に設けられた電流制限手段が動作し、また、電気二重層キャパシタの電位が、燃料電池に予め設定された起動時の反応ガス供給量に対する平衡電圧値以上となった場合には、燃料電池と電気二重層キャパシタとを電氣的に良導状態とする。このように、装置の起動後においては、電流制限装置を使用せずに燃料電池と電気二重層キャパシタとを電氣的に良導状態とすることができるため、電流制限器による電力損失を回避することができ、電力を効率よく負荷へと供給することができるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一実施形態による燃料電池の電流電圧特性図の一例である。

【図 2】 同実施形態に係る燃料電池の電流電圧特性図の一例である。

【図 3】 同実施形態に係る燃料電池の電流電圧特性図の一例である。

【図 4】 同実施形態に係る燃料電池電源装置を燃料電池車両に搭載した場合の車両の概略構成図である。

【図 5】 同実施形態に係る燃料電池及びその周辺装置の構成を示す図である。

【図 6】 同実施形態に係る燃料電池電源装置の等価回路図である。

【図 7】 同実施形態に係る燃料電池電源装置の電圧応答特性及び電流応答特性図である。

【図 8】 同実施形態における燃料電池電源装置に係る各種出力特性を示す図である。

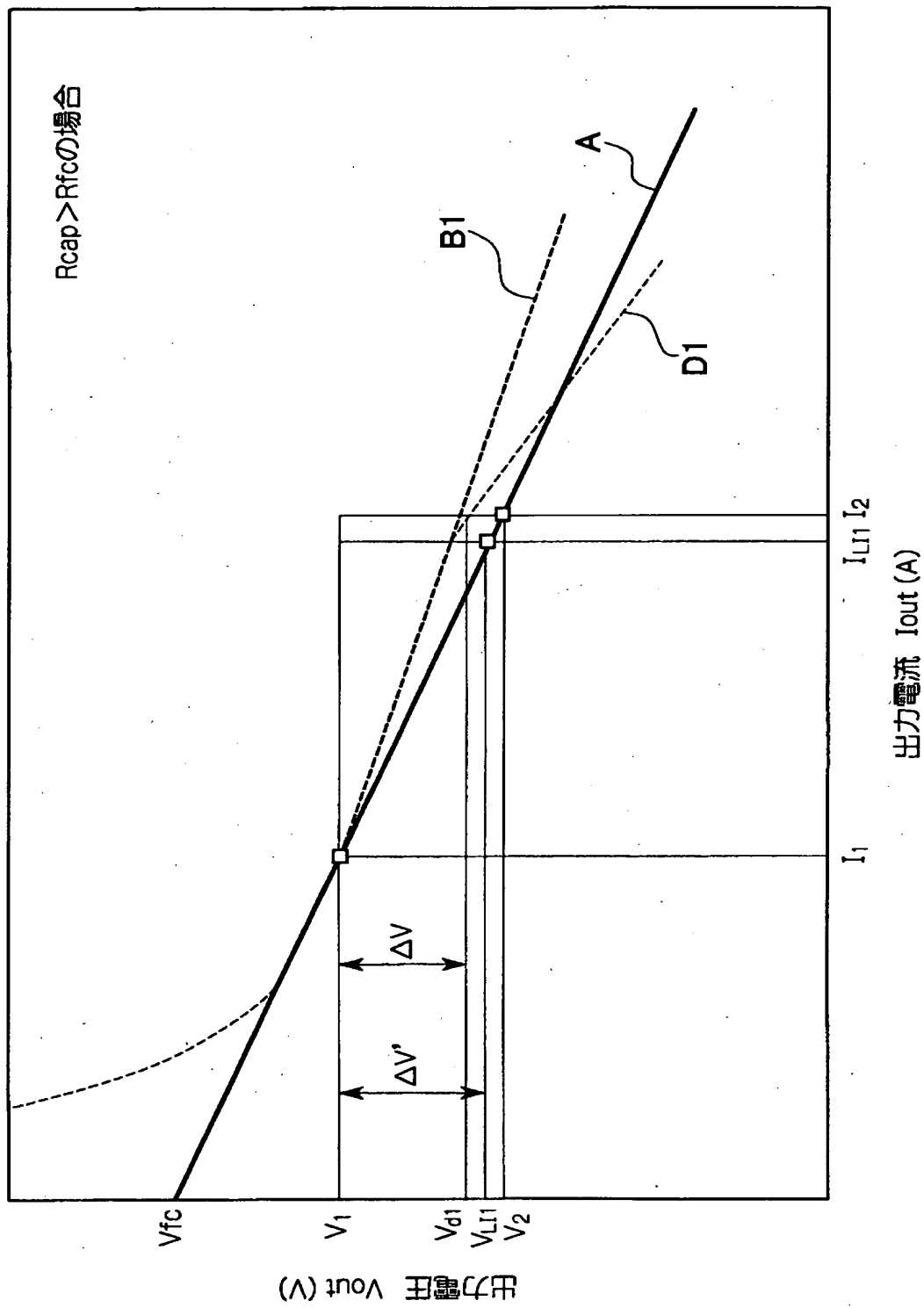
【図 9】 同実施形態における燃料電池電源装置の各種応答特性図である。

【符号の説明】

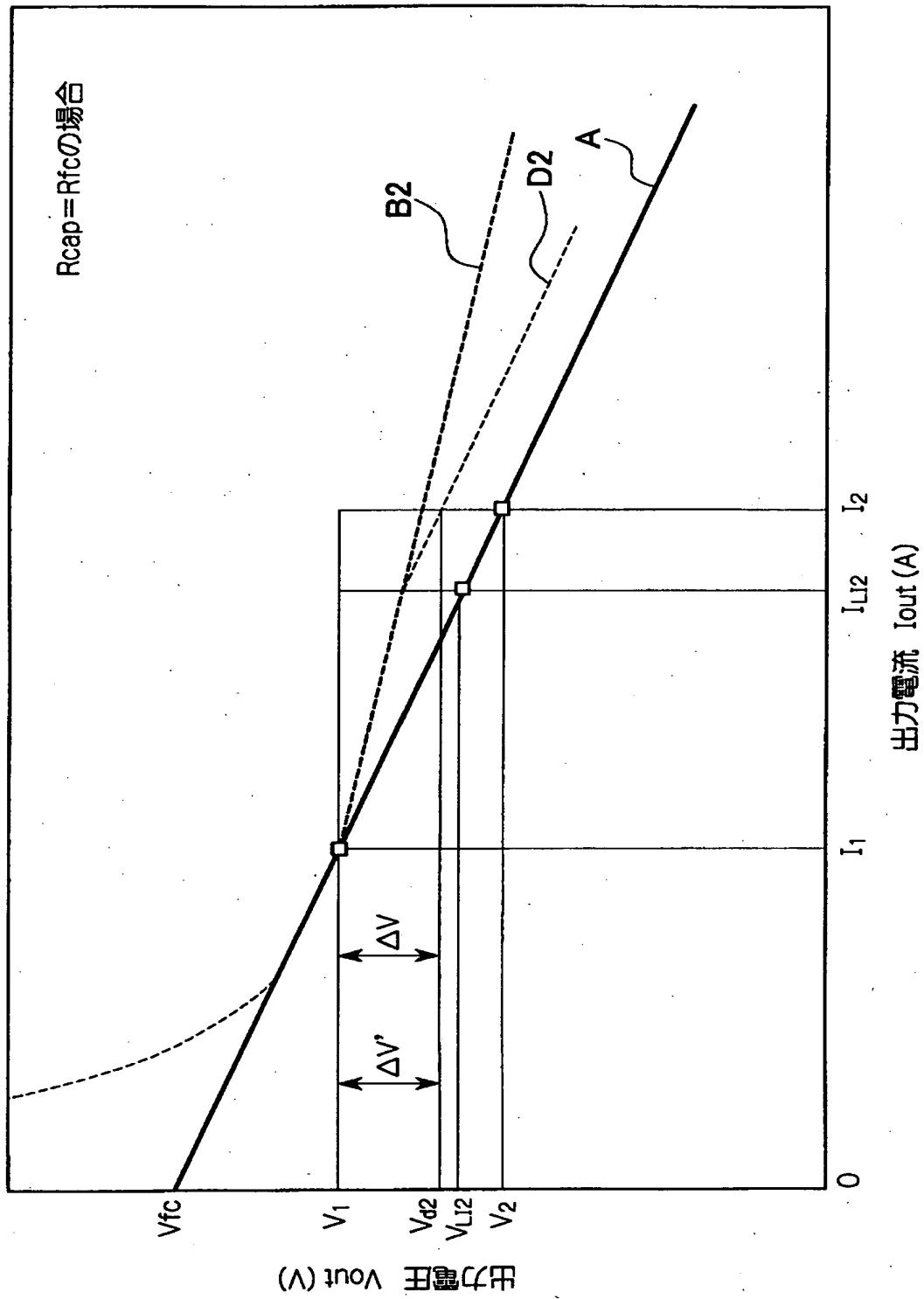
1…燃料電池、2…キャパシタ（電気二重層キャパシタ）、3…走行用モータ、
4…制御装置、10…燃料電池電源装置、11…エアコンプレッサ

【書類名】 図面

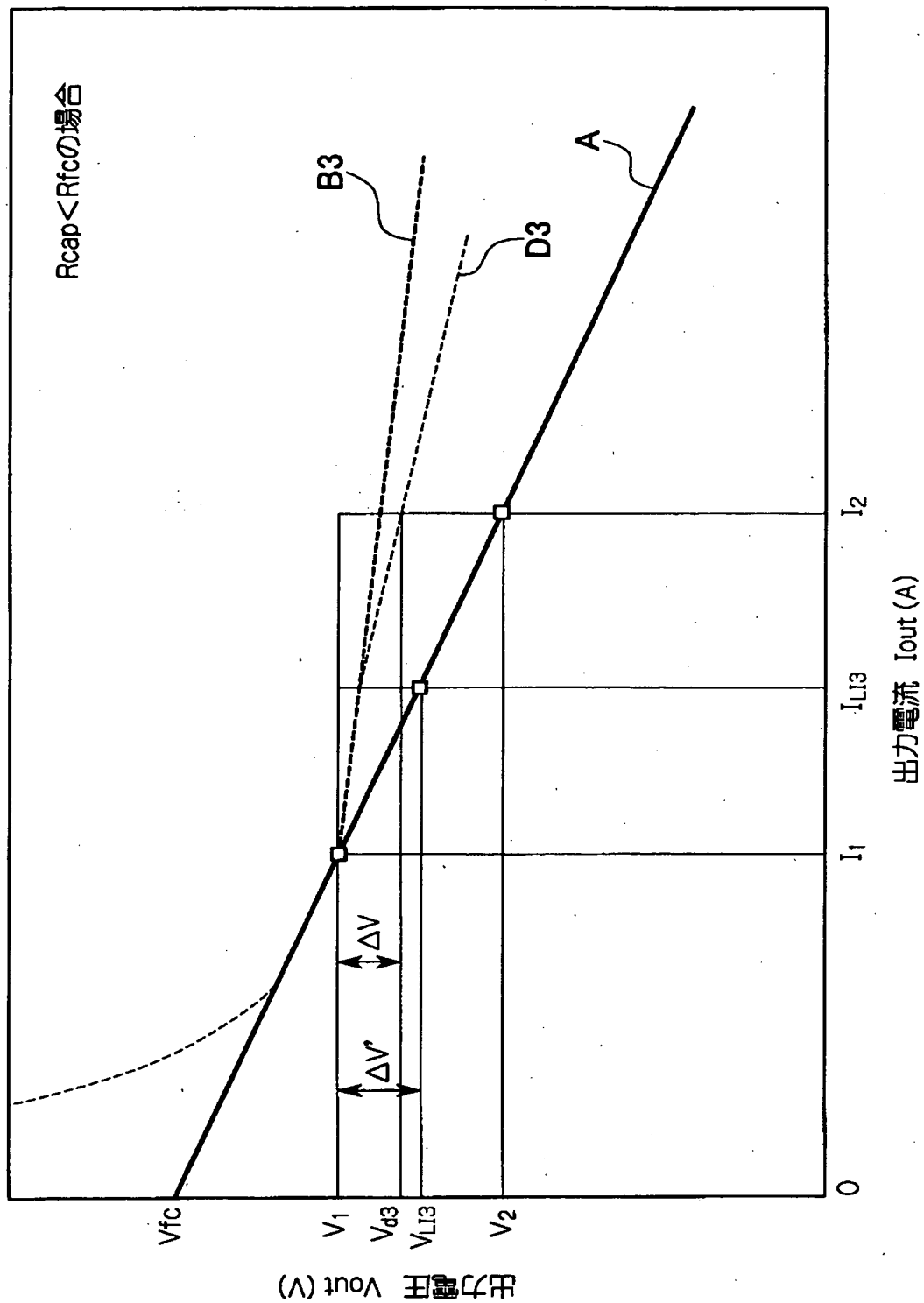
【図 1】



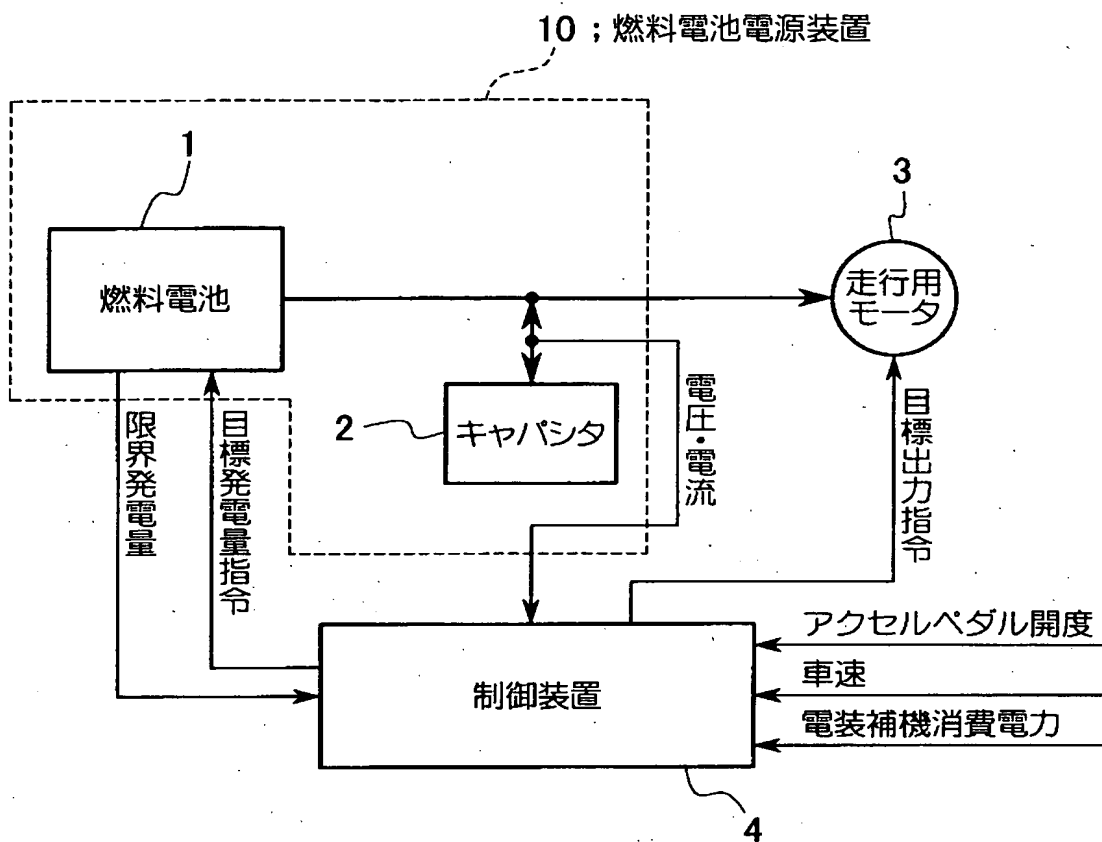
【図 2】



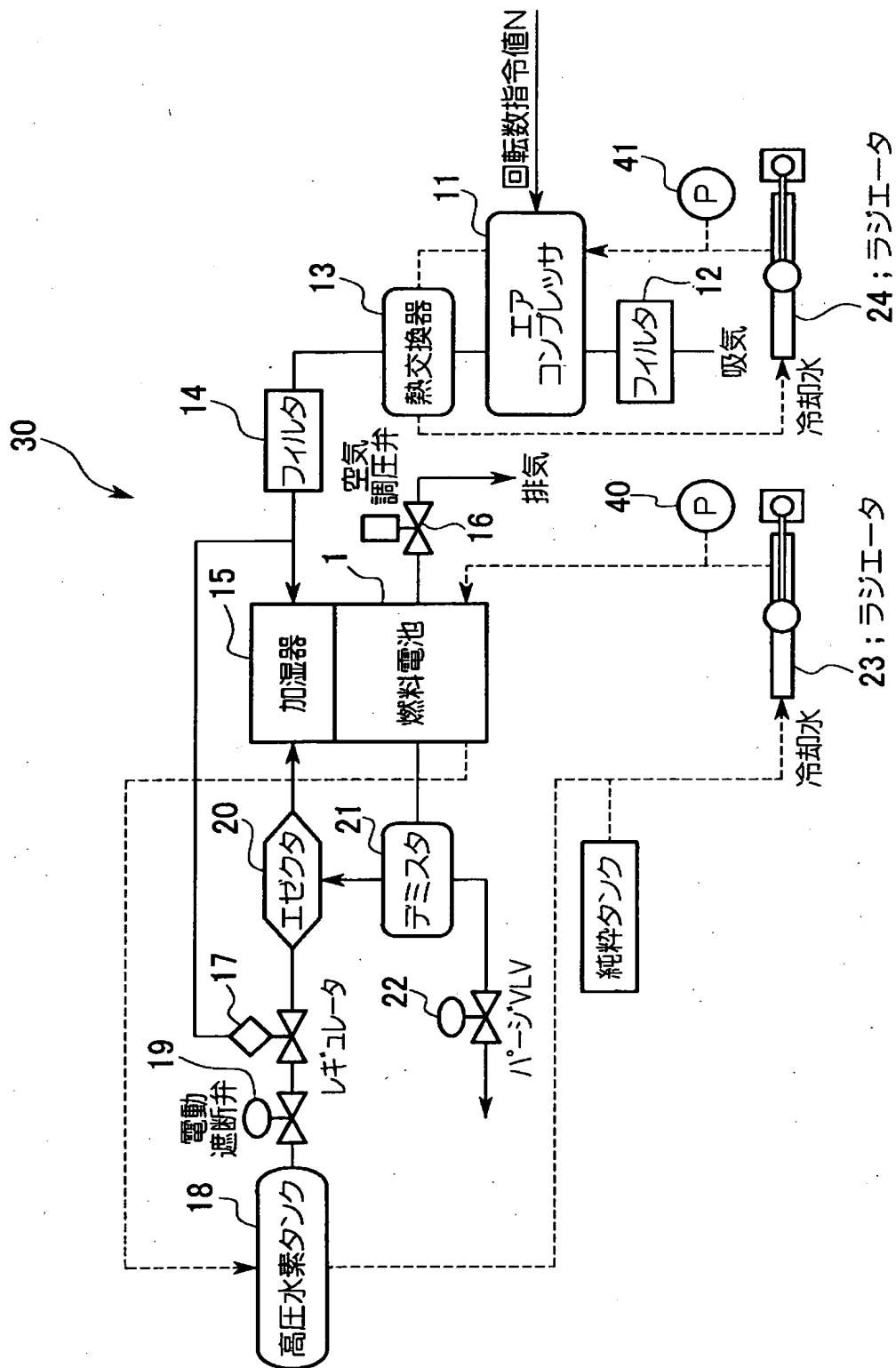
【図 3】



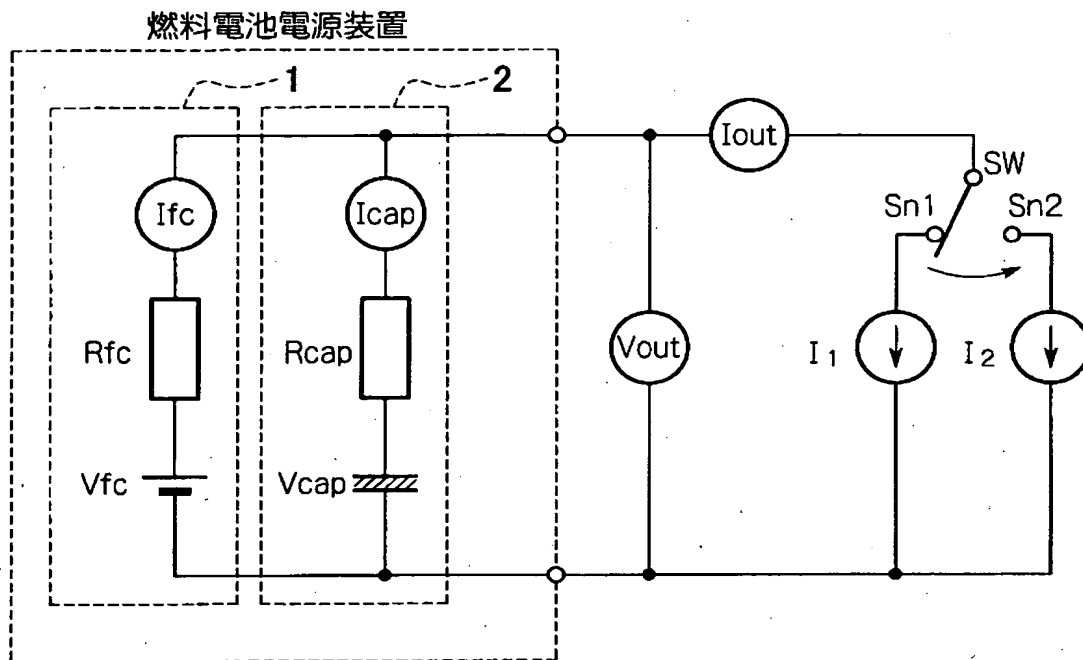
【図4】



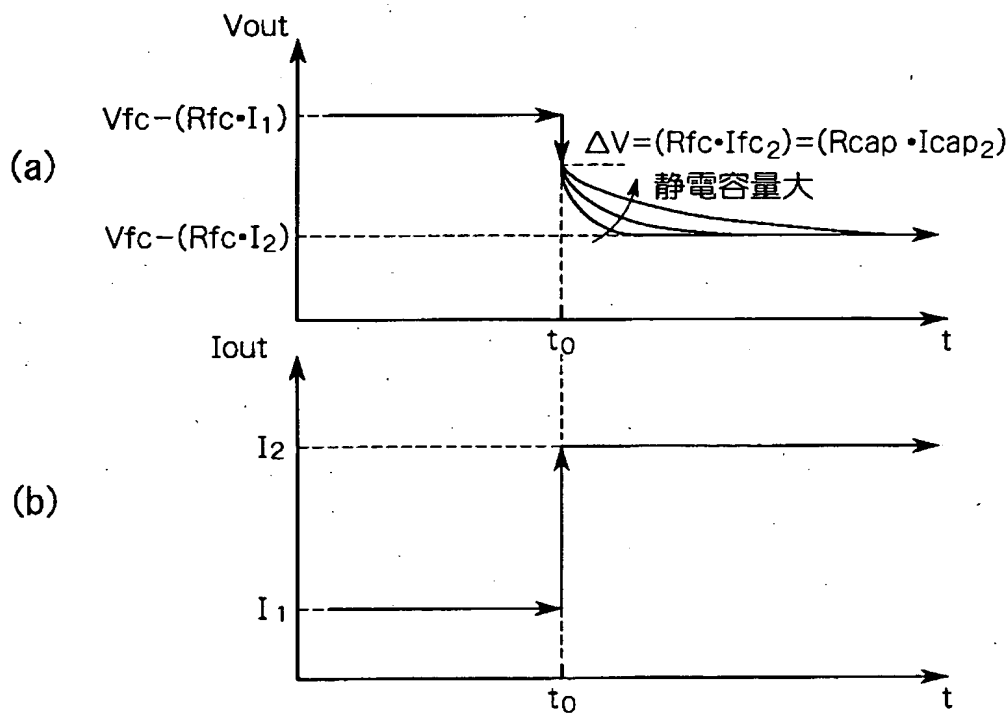
【図 5】



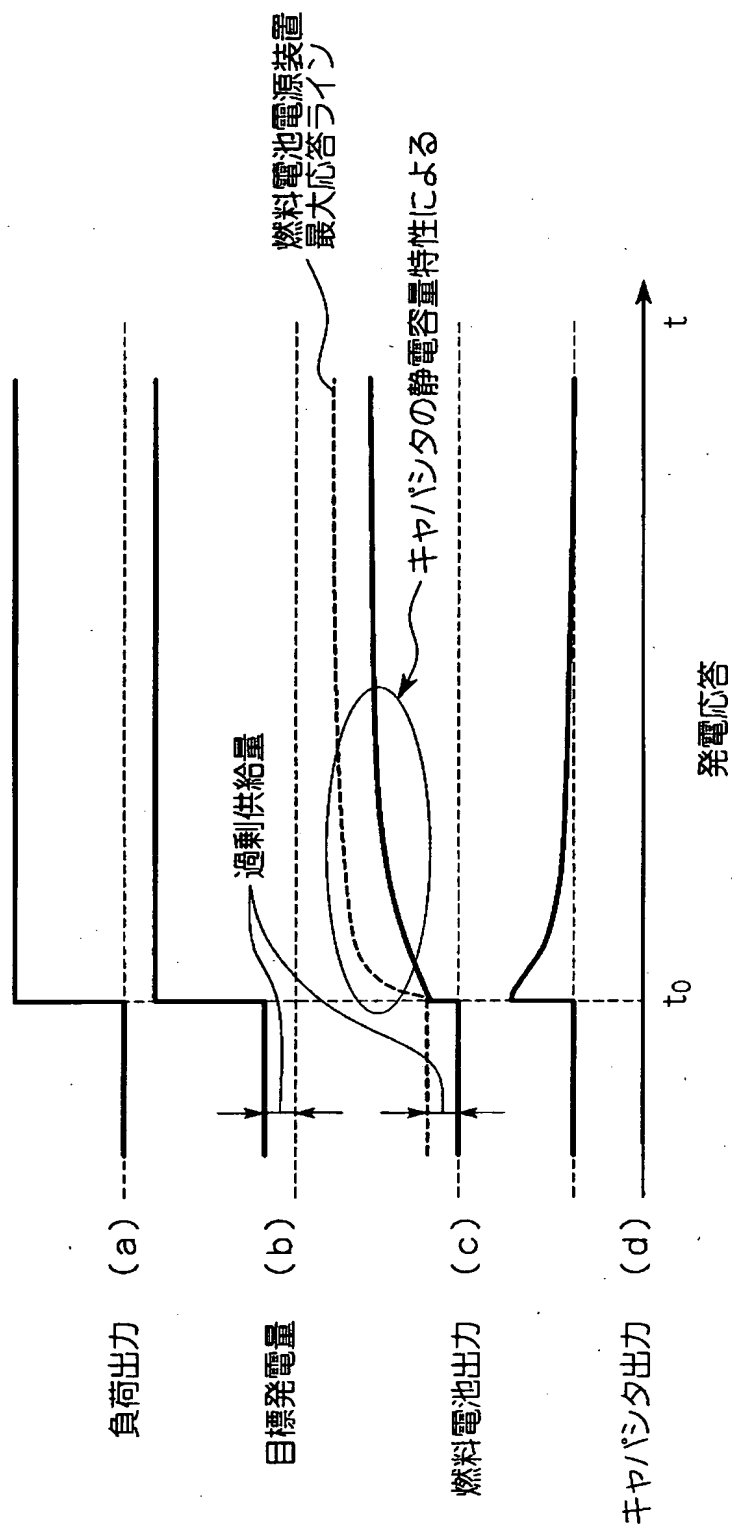
【図 6】



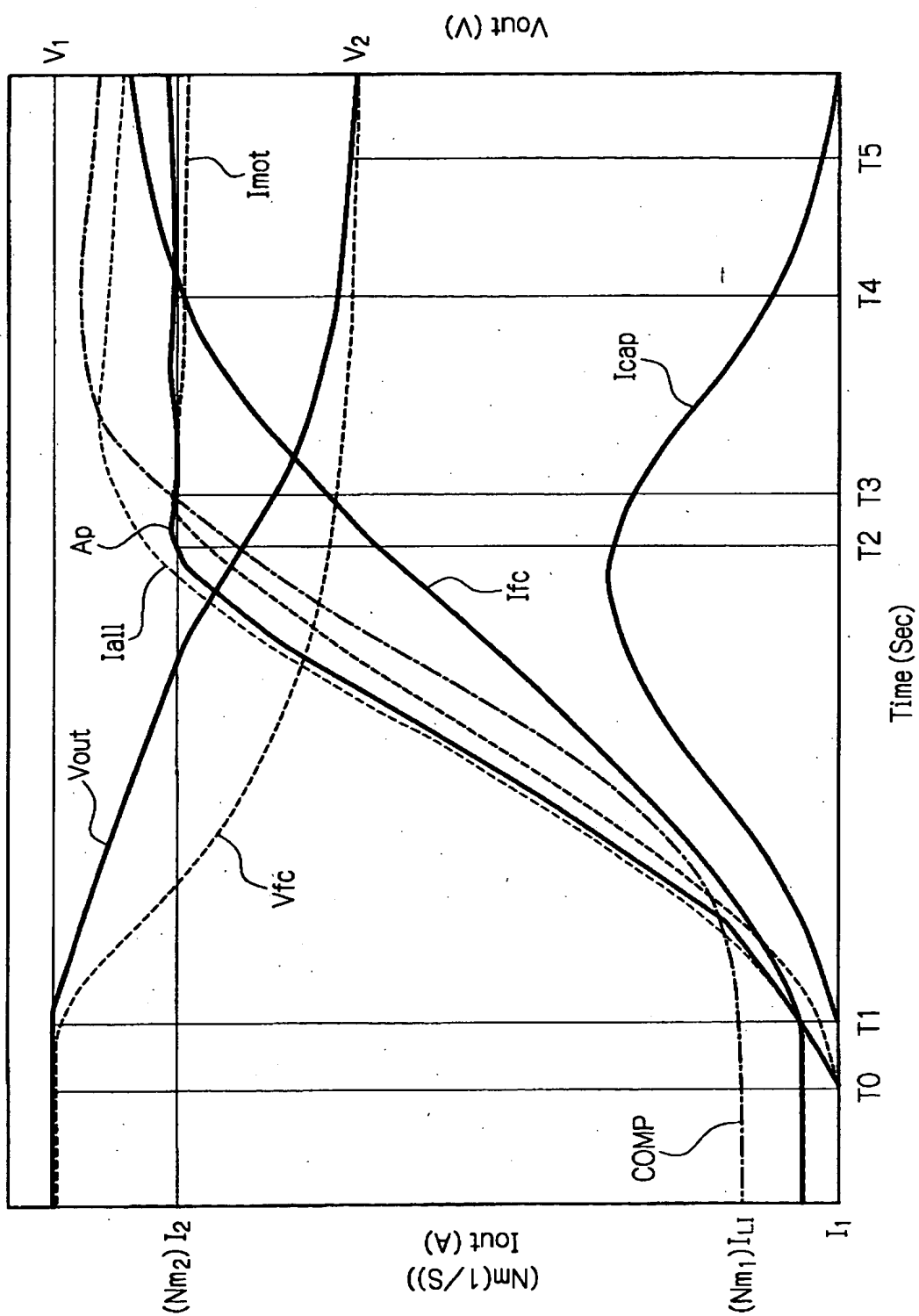
【図 7】



【図 8】



【図 9】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 燃料電池と電気二重層キャパシタとを電氣的に良導状態で使用することにより、電力効率の高い燃料電池電源装置を提供する。

【解決手段】 本発明の燃料電池電源装置は、予め規定した負荷電流変動が与えられた直後の燃料電池と電気二重層キャパシタとの合成出力電圧 V_{d1} が、燃料電池の反応ガス供給系が負荷電流変動前に供給していた反応ガス量と平衡する燃料電池の出力電流 I_{LI1} に対する電圧値 V_{LI1} より高くなるように燃料電池に供給する出力平衡時の反応ガス量に対する過剰供給量及び前記電気二重層キャパシタの特性値を設定する。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2000-351129
受付番号	50001486724
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0094
作成日	平成 12 年 11 月 20 日

<認定情報・付加情報>

【特許出願人】

【識別番号】	000005326
【住所又は居所】	東京都港区南青山二丁目 1 番 1 号
【氏名又は名称】	本田技研工業株式会社

【代理人】

申請人

【識別番号】	100064908
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	志賀 正武

【選任した代理人】

【識別番号】	100108578
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	高橋 詔男

【選任した代理人】

【識別番号】	100101465
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	青山 正和

【選任した代理人】

【識別番号】	100094400
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	鈴木 三義

【選任した代理人】

【識別番号】	100107836
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場 3 丁目 23 番 3 号 ORビ ル 志賀国際特許事務所

次頁有

認定・付加情報（続き）

【氏名又は名称】	西 和哉
【選任した代理人】	
【識別番号】	100108453
【住所又は居所】	東京都新宿区高田馬場3丁目23番3号 ORビ ル 志賀国際特許事務所
【氏名又は名称】	村山 靖彦

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005326]

1. 変更年月日 1990年 9月 6日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都港区南青山二丁目1番1号
氏 名 本田技研工業株式会社